

прессовых соединений в дальнейшем были посвящены работы учеников И. В. Абрамова – Э. В. Соснович [10] и А. В. Щенятского [11].

Список литературы

1. А. с. 310774 СССР, МПК В23Р19/02. Приспособление для запрессовки / И. В. Абрамов, К. А. Глухова, Б. Ф. Федоров, И. И. Янченко (СССР). – № 1397270/25-27 ; заявл. 04.01.70 ; опубл. 09.08.71, Бюл. № 24.
2. А. с. 617227 СССР, МПК В23Р11/02. Способ сборки запрессовкой деталей типа вал-втулка / И. И. Янченко, Б. Ф. Федоров, Н. С. Сивцев (СССР). – № 2452274/25-27 ; заявл. 14.02.77 ; опубл. 30.07.78, Бюл. № 28.
3. Сивцев, Н. С. Сборка прессовых соединений с применением процесса дорнования / Н. С. Сивцев // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2001. – № 12. – С. 14–20.
4. Янченко, И. И. Способ и устройства для сборки запрессовкой / И. И. Янченко, Н. С. Сивцев // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2003. – № 2. – С. 3–6.
5. Сивцев, Н. С. Развитие комбинированной технологии дорнования и запрессовки деталей / Н. С. Сивцев // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2005. – № 1. – С. 16–19.
6. А. с. 632536 СССР, МПК В23Р19/02. Приспособление для запрессовки / И. И. Янченко, Б. Ф. Федоров, Н. С. Сивцев (СССР). – № 2480632/25-27 ; заявл. 25.04.77 ; опубл. 15.11.78, Бюл. № 42.
7. А. с. 667375 СССР, МПК В23Р19/02. Устройство для сборки запрессовкой / И. И. Янченко, Н. С. Сивцев (СССР). – № 2568556/25-27 ; заявл. 16.01.78 ; опубл. 15.06.79, Бюл. № 22.
8. Разработка и исследование технологического процесса гидропрессовой сборки подшипниковых узлов в редукторах : отчет о НИР (закл.) / ИМИ ; рук. Б. Ф. Федоров. – МТ 6-73 ; № ГР Р002275 ; Инв. № Б676769. – Ижевск, 1977. – 64 с.
9. А. с. 1433742 СССР, МПК В23Р11/02. Способ сборки деталей типа вал-втулка запрессовкой / И. И. Янченко, И. В. Батинов, Н. С. Сивцев (СССР). – № 4206255/31-27 ; заявл. 06.03.87 ; опубл. 30.10.88, Бюл. № 40.
10. Соснович, Э. В. Теоретические основы математического моделирования гидропрессовой сборки соединений с натягом : дис. ... канд. техн. наук / Э. В. Соснович. – Ижевск, 1999. – 130 с.
11. Щенятский, А. В. Теория и технология гидропрессовых соединений с натягом : дис. ... д-ра техн. наук / А. В. Щенятский. – Ижевск, 2003. – 355 с.

УДК 658.512.011.56

Р. Ф. Суфияров, инженер;

*В. Г. Осетров, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет*

ВРЕМЕННЫЕ СВЯЗИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ПО ОПЕРАЦИЯМ

Рассматривается программа на ЭВМ для всех видов движения партии деталей по операциям. Определяются объем незавершенного производства и простой. Оптимизируются запуски и выпуски разнородных деталей по циклу обработки.

Для раскрытия сущности взаимодействия технологических процессов во времени необходимо решить следующие задачи.

Если в одну смену обрабатывается N деталей в поточной линии, включающей m операций, то решается задача нахождения объема незавершенного производства, величины простоев и такт выпуска.

Если в одну смену обрабатываются разные наименования деталей партиями по N штук, то решается задача нахождения оптимальной очередности запуска деталей.

Основными характеристиками динамики группы оборудования, выполняющей операции, является длина очереди деталей, влияющих на обработку и время ожидания обработки (время пролеживания). Детали, поступающие на обработку, образуют входящий поток.

Если в момент поступления деталей станок занят, то детали отправляются в очередь. Из очереди детали поступают на обработку сразу после высвобождения станка. После обработки детали покидают оборудование. На первой операции образуют входящий поток для второй операции. Передача обрабатываемых деталей с одной операции на другую по одной детали характеризует параллельный вид движения. При этом из-за разности времени на каждой операции могут быть объем незавершенного производства или простои. Для устранения этих явлений необходимо при составлении технологических процессов обеспечивать на каждой операции время, равное такту выпуска изделий.

Решение второй задачи характеризуется перестановками. Для наглядности приведем графики (рис. 1) очередности запуска трех наименований деталей по трем станкам.

На рис. 1 показано изменение очередности запуска деталей: в первом варианте изготавливалась первая деталь 1, а во втором варианте – 3. Время цикла во втором варианте уменьшилось на 4 минуты. Делая перестановки очередности запуска деталей, выбираем наименьший цикл обработки. Третий вариант с наименьшим циклом времени (28 минут) будет являться оптимальным.

Рассмотренный пример показывает, что проведение комплексной оптимизации технологического процесса дает значительный эффект в повышении производительности и экономии энергии.

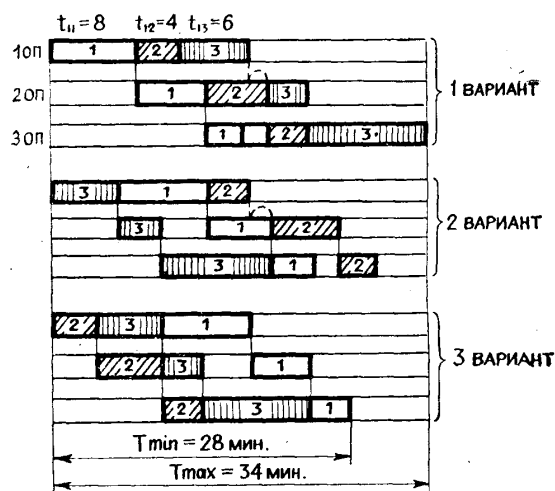


Рис. 1. Графики очередности запуска трех наименований деталей по трем операциям

В реальном производстве решение таких задач интуитивным методом затруднительно и невыполнимо. С этой целью в данной работе разработано комплексное программное обеспечение раскрытия всех временных связей при движении деталей по операциям.

Краткое описание и основные возможности программы

Программа МПП (моделирование производственных процессов) предназначена для моделирования производственных процессов и определения технико-экономических показателей по цеху.

Основные возможности программы:

- расчет технико-экономических показателей сборочного цеха;
- моделирование производственных процессов (параллельный, последовательный вид движения деталей);
- пользователь может задать на входе количество деталей и количество операций, а также вероятностные характеристики поступления детали в очередь.

Внешний вид и принципы работы программы

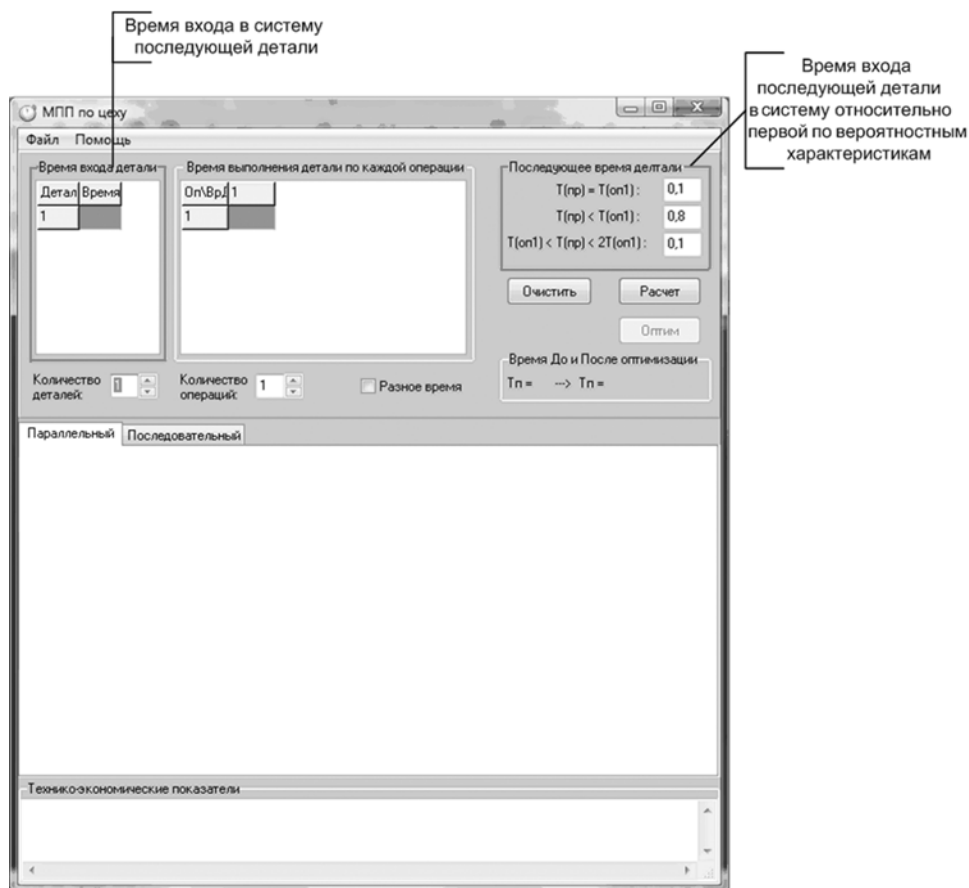


Рис. 2. Внешний вид программы

Настройка входных данных**1. Время входа детали (таблица)**

В поле «Количество деталей» задается количество деталей, поступающих в систему. В этой таблице отображается время входа последующей детали в систему. Данные в этой таблице не редактируются (в текущей версии программы).

2. Время выполнения детали по каждой операции

В поле «Количество операций» задается количество операций, которые пройдут детали. В этой таблице формируется время выполнения деталей по каждой операции. Если в систему будут поступать разные детали, у которых разное время обработки на одной операции, тогда нужно поставить галочку «Разное время».

Пример такой таблицы:

Оп\Вр\Д	1	2
1	3	5
2	2	1
3	4	2

Количество операций: 3 ☒ Разное время

Рис. 3. Таблица, в которой задается время деталей по каждой операции, где столбец – номер детали, строка – номер операции

3. Последующее время детали

Здесь задается время входа детали в систему относительно первой по вероятностным характеристикам.

$T(\text{пр}) = T(\text{оп1}) : [0,1]$ означает, что время последующей детали будет совпадать с временем 1-й детали, на 1-й операции с вероятностью в 0,1.

Аналогично задаются остальные параметры вероятностей.

Последующее время детали

$T(\text{пр}) = T(\text{оп1}) :$ 0,1

$T(\text{пр}) < T(\text{оп1}) :$ 0,8

$T(\text{оп1}) < T(\text{пр}) < 2T(\text{оп1}) :$ 0,1

Рис. 4. Поля для ввода вероятностных характеристик времени поступления деталей

Результаты работы программы

После завершения работы программы мы получаем следующие результаты:

1. Параллельный вид движения

Пример формы программы при моделировании параллельном виде движения деталей по операциям:

На рис. 5 изображен результат работы программы – модель движения деталей по операциям (без оптимизации). Данную модель можно оптимизировать таким образом, чтобы общее время обработки по партиям деталей было минимальным. Для этого необходимо нажать кнопку «Оптим», и программа начнет выполнять оптимизацию. Время выполнения оптимизации зависит от количества входных данных: количества деталей и операций. Приведем пример оптимизированной модели.

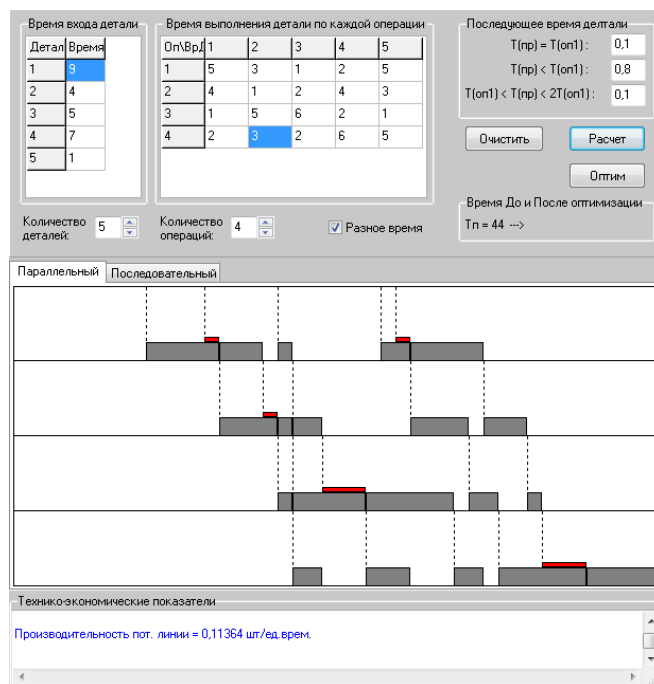


Рис. 5. Параллельный вид движения деталей по операциям (без оптимизации)

2. Последовательный вид движения деталей по операциям

Приведем пример работы программы при последовательном виде движения деталей по операциям (рис. 7).

3. Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели необходимы для точной оценки производства.

Приведем пример технико-экономических показателей производства при параллельном виде движения сборочных единиц (табл. 1).

Разработка моделирования производственных процессов позволяет сократить время подготовки серийного производства ориентировочно в 5–10 раз и повысить производительность изготовления изделий машиностроения.

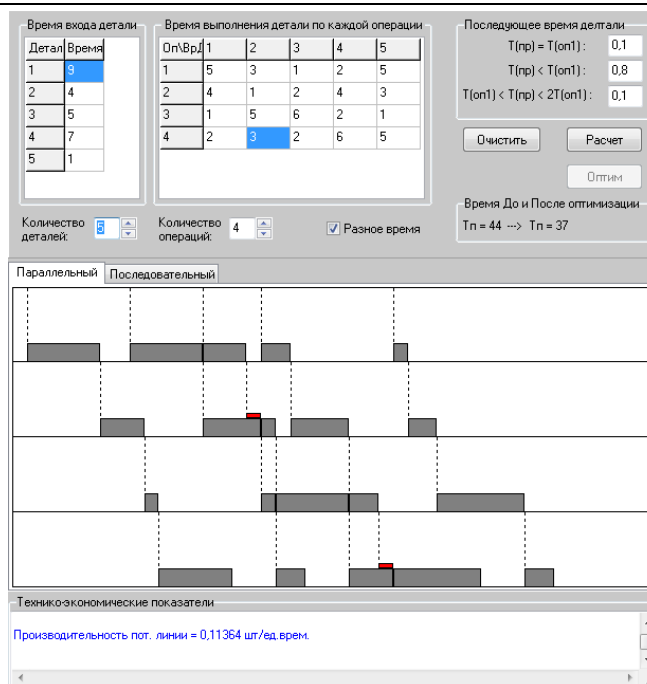


Рис. 6. Оптимизированная схема движения деталей по операциям

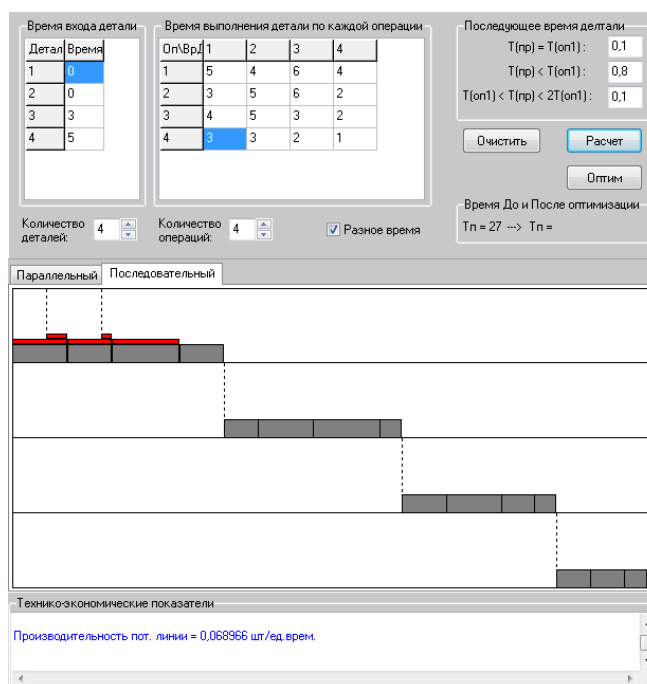


Рис. 7. Последовательный вид движения деталей по операциям

Таблица 1. Техничко-экономические показатели параллельной схемы движения деталей

До оптимизации	После оптимизации
Время движения по всем операциям: $T_p = 44$ Простой по операции: № 1 = 7 № 2 = 7 № 3 = 3 № 4 = 7 НП операции № 1 = 0,5625 шт. НП операции № 2 = 0,42857 шт. НП операции № 3 = 0,5 шт. НП операции № 4 = 0,47727 шт. Средн. НП операции = 0,49209 шт. Коэф. загрузки оп. № 1 = 0,5 Коэф. загрузки оп. № 2 = 0,4 Коэф. загрузки оп. № 3 = 0,41667 Коэф. загрузки оп. № 4 = 0,40909 Ср. коэф. загрузки = 0,43144 Ср. дл. оч. дет. по операции № 1 = 0,0625 шт. Ср. дл. оч. дет. по операции № 2 = 0,028571 шт. Ср. дл. оч. дет. по операции № 3 = 0,083333 шт. Ср. дл. оч. дет. по операции № 4 = 0,068182 шт. Средн. дл. оч. дет. по операциям = 0,060647 шт. Производительность пот. линии = 0,11364 шт./ед. врем.	Время движения по всем операциям: $T_p = 37$ Простой по операции: № 1 = 10 № 2 = 9 № 3 = 11 № 4 = 9 НП операции № 1 = 0,59259 шт. НП операции № 2 = 0,51724 шт. НП операции № 3 = 0,42857 шт. НП операции № 4 = 0,46543 шт. Средн. НП операции = 0,067034 шт. Коэф. загрузки оп. № 1 = 0,59259 Коэф. загрузки оп. № 2 = 0,48276 Коэф. загрузки оп. № 3 = 0,42857 Коэф. загрузки оп. № 4 = 0,48649 Ср. коэф. загрузки = 0,4976 Ср. дл. оч. дет. по операции № 1 = 0 шт. Ср. дл. оч. дет. по операции № 2 = 0,034483 шт. Ср. дл. оч. дет. по операции № 3 = 0 шт. Ср. дл. оч. дет. по операции № 4 = 0,86486 шт. Средн. дл. оч. дет. по операциям = 0,2076 шт. Производительность пот. линии = 0,17547 шт./ед. врем.

Список литературы

1. Осетров, В. Г. Энергосберегающие процессы в механосборочных цехах / В. Г. Осетров. – Ижевск : Удмуртия, 1989.
2. Осетров, В. Г. Теория и практика сборки машин / В. Г. Осетров. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2005.

УДК 621.833.061+658.5.011.46

Г. Н. Главатских, доцент

Глазовский инженерно-экономический институт (филиал) ИжГТУ

РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ
В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В статье приводится методика экономического обоснования инновационных проектов в редукторостроении.

Реализация любого инновационного проекта, в том числе и проекта в области машиностроения, связана с управлением денежным потоком (*cash flow*), отражающим динамику необходимых затрат (расходов) и получения определенных резуль-